



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
RECINTO UNIVERSITARIO PEDRO A. PALACIOS
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION

Monografía

“Análisis comparativo técnico-económico de unidades de bloques empleando mezcla de agregados de arena pómez y arena de escoria volcánica color roja, con unidades de bloque de agregados de peso normal”.

**Para optar al título Profesional de
Ingeniero Civil**

Elaborado por:

- Br. Gladys Alexandra Loaisiga López.
- Br. José Manrique Zepeda Hernández.

Tutor:

Ing. Marvin Blanco Rodríguez

Managua, Mayo 2013

DEDICATORIA

A Dios

Por la sabiduría e inteligencia que me da día a día
Y demostrarme que debo superar barreras, para crecer como persona y aprender que en la vida es una lucha constante recibir golpes superarlos y levantarse de nuevo.

A mi madre Marta López

Por su apoyo incondicional que me brindo desde siempre con sus consejos y buenas enseñanzas que hicieron de mí una persona de bien, y nunca olvido sus palabras de que "uno debe estudiar y ser profesional, eso nadie te lo puede quitar ya que ese conocimiento es tuyo"

A mis hermanos Oscar y Ludwin Loaisiga por su apoyo en todo momento para llegar hasta aquí, brindando para con mi persona consejos y más.

Gladys Alexandra Loaisiga López

Primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre y a mi padre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. A mi hermana Claudia y a mi tío Frank Méndez por ser un apoyo incondicional en los momentos en que siempre los necesite.

José Manrique Zepeda Hernández.

AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas con sed de conocimiento y deseos de superación, que leen hoy estas páginas y premian el esfuerzo de este trabajo.

Agradecemos en primer lugar, al ser Supremo, único dueño de todo saber y verdad, por iluminarnos durante este trabajo y por permitirnos finalizarlo con éxito; y en segundo lugar, pero no menos importante, a nuestros queridos padres, por su apoyo incondicional y el esfuerzo diario que realizan por brindarnos una buena educación.

A todos nuestros familiares que en todo momento nos brindaron apoyo y desearon lo mejor para nuestro futuro y siempre demostraron interés en que lográramos esta meta.

A los docentes de la universidad que con su empeño nos brindaron una buena educación hicieron de nuestro interés por aprender más enriquecedor cada día hasta llegar el día de hoy a desempeñarnos como profesionales.

Los esfuerzos mayores, por más individuales que parezcan, siempre están acompañados de apoyos imprescindibles para lograr concretarlos.

INDICE

1INTRODUCCION.....	7
2 ANTECEDENTES.....	8
2.1Bloques que se han venido utilizando.....	9
2.1.1 Siporex.....	9
2.1.2 Termblock.....	9
2.1.3 Bloque de termo arcilla.....	10
2.1.4Bloques aireados de albañilería o mampostería.....	11
3 JUSTIFICACION.....	14
3.2Déficit habitacional.....	15
3.3Viviendas de interés social.....	15
4 OBJETIVOS.....	16
5 MARCO TEORICO.....	17
5.1 Definiciones.....	17
5.1.1 ¿Qué es mortero?.....	17
5.1.2 ¿Qué es concreto?.....	17
5.1.3 ¿Qué es arena?.....	18
5.1.4 ¿Qué es unidad de bloque de mampostería?.....	18
5.1.5 Partes de un bloque.....	19
5.1.6 ¿Qué es mampostería confinada?.....	25
5.1.7 ¿Qué es mampostería reforzada?.....	26
5.2 La vivienda tradicional industrializada.....	27
5.3 ¿Qué es agregado?.....	28
5.3.1 Componentes del Agregado.....	28
5.4 Características esenciales del cemento.....	34
5.4.1 Composición química.....	35
5.4.2 Finura de molienda.....	36

5.5 Escoria volcánica.....	36
5.5.1 Propiedades Físicas.....	38
5.6 Pómez.....	39
5.7 Propiedades Físicas y Mecánicas.....	41
5.7.1 Propiedades Físicas.....	41
5.7.2 Propiedades Mecánicas.....	43
6 DISEÑO METODOLOGICO.....	44
7 CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	46
8 ANALISIS DE RESULTADOS.....	48
8.1 Los ensayos realizados a los agregados.....	48
8.1.1 Intemperismo acelerado.....	48
8.1.2 Granulometría.....	49
8.1.3 Absorción.....	49
8.1.4 Gravedad específica.....	49
8.1.5 Pesos unitarios.....	49
8.1.6 Impureza orgánica.....	49
8.2 Los ensayos realizados a la mezcla óptima.....	50
8.2.1 Granulometría.....	50
8.2.2 Intemperismo acelerado.....	50
8.2.3 Absorción.....	51
8.2.4 Gravedad específica.....	51
8.2.5 Resistencia a la compresión simple.....	51
9 ANALISIS TECNICO ECONOMICO.....	53
10 CONCLUSION.....	55
11 RECOMENDACIONES.....	56
12 BIBLIOGRAFIA.....	57
ANEXOS.....	58

RESUMEN

El presente documento describe el tema monográfico correspondiente al **“Análisis comparativo técnico-económico de unidades de bloques empleando mezcla de agregados de arena pómez y arena hormigón rojo, con unidades de bloque de agregados de peso normal”**.

Este análisis comparativo se realiza con la idea de comprobar si en la actualidad se pudiera utilizar otros materiales para la elaboración de bloques de mampostería, considerando que los bloques de agregados de peso normal dominan el mercado nacional.

Considerando esta propuesta innovadora se realiza una serie de investigaciones y ensayos en laboratorio que permitieron llevar a cabo esta monografía.

En el Capítulo I encontraran una breve introducción de los pasos que seguimos para la elaboración de este nuevo elemento constructivo los cuales abarcan desde la selección y recolección del material hasta la ruptura del mismo para encontrar su resistencia a la compresión.

En el capítulo II se menciona como se han venido utilizando otros materiales de la construcción para elaborar elementos constructivos que no solo se emplean estructuralmente sino como decorado en las construcciones que hacen más estética una estructura.

En el capítulo III daremos a conocer las razones por las cuales decidimos elaborar esta monografía dejando plasmadas en el documento, porque este elemento seria en la actualidad competitiva en el mercado nacional.

En el capítulo IV contiene objetivo general y objetivos específicos de lo que queremos obtener con el análisis de estos agregados para verificar si su uso es adecuado tanto técnica como económicamente.

En el capítulo V y VI se presenta el desarrollo del trabajo investigativo considerando términos y conceptos que se utilizan en la elaboración de estos.

En el capítulo VII, este contiene el proceso de los pasos a seguir para la elaboración de este elemento constructivo.

En el capítulo VIII se evaluara los resultados de los ensayos realizados a los agregados como a los elementos preliminares para la elaboración de los bloques, considerando que se trabajara con las normas ASTM para el análisis de los resultados así como la norma técnica obligatoria nicaragüense en su edición de bloques de la construcción (NTON) y el reglamento nacional de la construcción (RNC-07).

En el capítulo IX se presenta el análisis técnico – económico el cual es de gran importancia para la valoración de este nuevo elemento constructivo, considerando los datos de los bloques de agregados de peso normal.

En el capítulo X, determinamos si este elemento cumple o no y si competirá con el bloque de agregados de peso normal tanto en lo técnico como en lo económico.

En el capítulo XI, damos recomendaciones basados en los ensayos realizados sobre el uso del bloque estructural.

1. INTRODUCCION

Este documento consta de doce capítulos en los cuales se describe todos los ensayos y procesos que se realizaron para la obtención de un bloque de mampostería estructural elaborado de arena pómez y escoria volcánica color roja como agregados y cemento portland tipo GU, teniendo como objetivo encontrar un elemento resistente y que se adecue a la economía de nuestro país.

En los primeros cuatro capítulos se muestran los antecedentes de otros elementos utilizados en la elaboración de bloques de mampostería no tradicionales, además de la justificación del porque del tema monográfico así como los objetivos que tratamos de alcanzar con la realización de esta monografía.

En los siguientes tres capítulos mostramos las definiciones de elementos relacionados directamente con nuestro tema así como la secuencia de actividades que realizamos para la obtención de un bloque estructural fabricado de arena pómez y escoria volcánica color roja, además se menciona las normas por las cuales se analizan los agregados y la dosificación que se utilizo para la fabricación del bloque.

En los capítulos ocho y nueve presentamos la parte más importante de nuestra monografía por que en estos analizamos los resultados de los ensayos de laboratorio y hacemos la comparación técnico- económica del bloque de arena pómez y escoria volcánica color roja con el bloque de agregados de peso normal.

En los últimos tres capítulos mostramos nuestras conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos los cuales muestran los resultados de los ensayos e imágenes de los bancos de materiales de donde se extrajeron los agregados para la fabricación de los cubos de mortero como de los bloques de mampostería de 15x20x40 centímetros.

2. ANTECEDENTES

Después del terremoto del 31 de marzo de 1931, en Managua predominaron las casas de taquezal, considerado en ese entonces un material más resistente a la fuerza sísmica. “Sin embargo, adobe, taquezal y tapial (cimbrado de tablas de madera que servía para levantar muros o paredes de barro de una sola pieza) refieren los principios de la época colonial en Nicaragua”.

Este sistema colapso con la repetición de un nuevo evento sísmico en 1972, el ultimo en la ciudad de Managua, la destrucción que sufrió la ciudad fue de tal magnitud que de ahí hayan aparecido sistemas como el de la mampostería confinada y el de mampostería reforzada, que por basarse este ultimo en el empleo de varillas de acero que disminuye el uso de tablas para formaleta.

En Nicaragua los elementos más usados para la construcción de viviendas han sido los bloques de concreto por presentar estas características estructurales satisfactorias, sin embargo el área de la construcción es muy exigente en lo que respecta a diseño y economía.

Estos elementos han tenido auge por la demanda que existe en Nicaragua de la vivienda propia, sin embargo la economía en nuestro país hace que las personas busquen elementos de construcción más factible aunque estos no cumplan con muchos requisitos.

Esto en el campo de la ingeniería no es tolerable ya que sabemos que los elementos constructivos tienen que ser seguros, resistentes y estéticos.

Es por ellos que el bloque estructural de agregados de peso normal tuvo éxito desde sus inicios por presentar las características antes mencionadas.

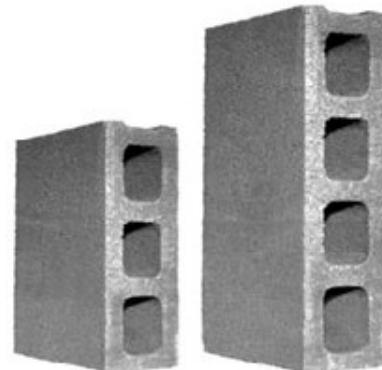
Se han venido utilizando múltiples elementos que hacen los bloques más ligeros, estéticos y estructurales que el bloque de concreto de agregados de peso normal.

2.1 BLOQUES QUE SE HAN VENIDO UTILIZANDO EN LA CONSTRUCCION

2.1.1 Siporex: Son bloques cementicios de gran tamaño, compuestos por hormigón celular, que se origina de la mezcla de cemento, cal, arena, agua y aluminio en polvo. Esta mezcla produce una reacción química controlada, con la que se genera un gas que forma las micro burbujas que lo caracterizan. El hormigón celular es muy ligero, su peso puede llegar a ser cinco veces menor que el del resto de hormigones, y su característica principal es su excelente condición para actuar como aislante térmico. Además, el hormigón celular permite una puesta en marcha mucho más sencilla en comparación con otros materiales tradicionales. Estos bloques de aspecto macizo se cortan y modulan antes de su endurecimiento y se terminan de tratar con un curado con vapor saturado a alta presión, con lo que se asegura un producto estable y listo para usar. Se trabajan fácilmente, son livianos, con gran aislamiento térmico, absorción acústica y resistencia al fuego. Según su espesor, pueden ser portantes o no y se adhieren entre sí con una mezcla adhesiva especial. Las fábricas que se ejecutan con estos bloques no precisan hacerse con doble hoja ni con cámara de aire.

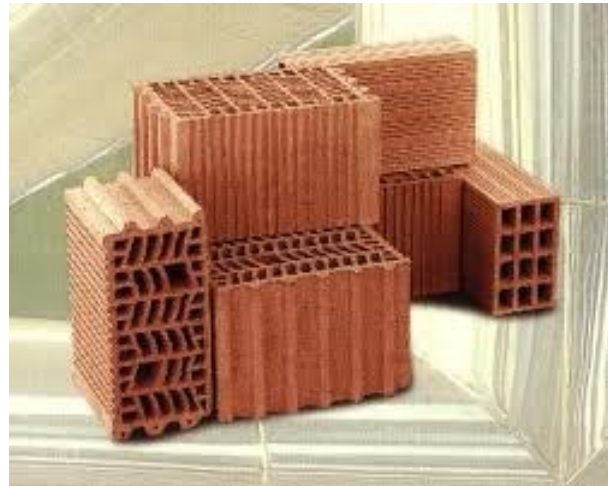


2.1.2 Termblock: es un elemento constructivo con excelentes características de aislamiento térmico y ligereza. Son bloques de cemento de gran tamaño, compuestos por hormigón, esferas de poli estireno expandido y otros materiales granulares, que originan una fina porosidad homogéneamente repartida en la masa del bloque. El factor de aislamiento del TERMOBLOCK es elevado, no requiere de mano de obra especializada. Es resistente al fuego y muy ligero.



2.1.3 Bloque de termo arcilla: es un bloque cerámico de baja densidad, con unas características especiales, se obtiene de una mezcla de arcilla, esferas de poli estireno expandido y otros materiales granulares, que se gasifican durante el proceso de cocción a más de 900° C sin dejar residuos, se origina una fina porosidad homogéneamente repartida en la masa cerámica del bloque. Esta constitución especial del material cerámico, junto con una geometría especial de la pieza consigue que muros de una hoja tengan prestaciones equivalentes o superiores a los muros compuestos de varias capas de otros materiales.

Ofrecen un buen aislamiento térmico y acústico, buena resistencia mecánica, resisten esfuerzos a compresión de hasta 100Kg/cm², no presenta condensaciones puesto que el agua se difunde por su estructura de macro poros, sin embargo ha de ponerse sobre un murete de hormigón para evitar que el agua suba por capilaridad. Por su permeabilidad ha de revestirse con materiales transpirables.



Existen piezas especiales para los dinteles y revestimiento de forjados

2.1.4 Bloques aireados de albañilería o mampostería: El proceso de elaboración del concreto aireado liviano **LITEBUILT®** se basa en el principio de encerrar una multitud de burbujas de aire en la mezcla de concreto, las cuales conservan su estructura durante el proceso de curado.

En primer lugar, la composición de la mezcla de cemento / arena / agua / y espuma tiene que ser elegida, según las especificaciones. El elemento espumoso **LITEBUILT®** se introduce a la mezcla después de introducir los ingredientes básicos, la mezcla final se vierte en los moldes los cuales pueden tener cualquier dimensión o forma.



La mezcla de concreto aireado liviano **LITEBUILT®** normalmente se cura al aire en aproximadamente 24 horas (a menos que se tenga un clima muy frío), antes de comenzar a moverse o manipularse.

Es posible agregar otros productos a la mezcla de la espuma **LITEBUILT®** para obtener el concreto compuesto ligero. Especialmente el uso de varias fibras aumenta notablemente la fuerza del producto y evita el quebrarse en condiciones adversas.

Los bloques mencionados anteriormente son muy útiles en la construcción por lo tanto en Nicaragua se ha tratado de aprovechar otros elementos o agregados que cumplen con las características del bloque peso normal tales son los bloques meramente de arena pómez, bloques de arena hormigón, bloque de concreto con cascarilla de arroz, etc.

La utilización con otros materiales a tenido auge que la combinación de ambos materiales como la arena pómez y arena hormigón serian de gran provecho por tener en nicaragua yacimientos de ellos que pueden ser explotados para producirlos.

En Nicaragua los bancos de materiales de piedra pómez los podemos encontrar en: xiloà, cuajachillo, las flores, mateare y malpaisillo todos ubicados en la zona del pacifico.

Los bancos de material de hormigón rojo están situados en la región del pacifico, los más reconocidos son: el naranjal (carretera Chinandega-potosí km 148); cosmapa (carretera León-Chinandega km 123); el porvenir (carretera León-Chinandega km 104.5); el portillo (Veracruz km 15); el varillal (carretera Granada-Nandaime km 50.5); el garabato (carretera Rivas-tola km 124.3); sabana grande (300 mts a kolashaler,Managua); xiloà (xiloà por base militar carretera Managua-Ciudad Sandino); sub urbana (Managua).

3. JUSTIFICACION

El bloque como elemento constructivo es muy aplicado en nuestro país por presentar sobre todo una buena resistencia ante los sismos, considerando que en nicaragua en el sector del pacifico contamos con múltiples fallas sísmicas.

Cuarenta años después del terremoto de 1972 se puede afirmar que los materiales han avanzado mucho en cuanto a rapidez en la construcción, resistencia a la fuerza sísmica y durabilidad, hoy día se utilizan materiales que permiten construcciones seguras, económicas, limpias y amigables con el medio ambiente.

La propuesta de un nuevo elemento de construcción, un bloque elaborado a base de la combinación de arena pómez y arena de escoria volcánica color roja, es tratar de lograr con la mezcla de estos tres elementos un bloque hueco de buena resistencia y un porcentaje de absorción adecuado tal que no perjudique su función en la estructura y posiblemente un menor costo económico por los materiales a utilizar, para beneficio de la gran mayoría de la sociedad que recurre a la utilización del bloque de peso normal.

Es importante mencionar que se cuenta con grandes yacimientos de escoria volcánica que no han sido explotados en toda su magnitud por lo tanto se realizaran una serie de pruebas y análisis para comprobar si la arena pómez y arena de escoria volcánica roja son materiales de construcción viables.

Este elemento deberá cumplir con las normas y requerimientos del RNC-07 (Art. 61, Art. 68) y con la aprobación del Ministerio de transporte e infraestructura.

La vivienda ha sido el principal factor para la fabricación de estos bloques por lo cual contribuir a tener otro elemento que cumpla con las características del bloque de peso normal da más opción para la elección del material con el cual se van a construir.

3.1 DEFICIT HABITACIONAL

Déficit crece

En Nicaragua en la actualidad se conoce mediante el último censo que habitan 5 millones de nicaragüenses de los cuales alrededor de 150 mil familias tienen casa propia, mas sin embargo no es un numero satisfactorio, el déficit habitacional es un problema serio en nuestro país, hasta el año 2008 se obtuvieron estadísticas que el déficit habitacional era de 937 mil casas.

Fuente: <http://archivo.elnuevodiario.com.ni/2008/08/06/economia/82345>

Se han realizado estudios de donde se debería realizar el desarrollo urbano de la ciudad de Managua para disminuir este déficit habitacional, pero no solo se debe decir que es buscar el terreno sino también que materiales de construcción utilizar y que al efectuar la construcción de estas casas no sea de costo tan elevado, sino de costos accesibles a la población.

3.2 VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL

La junta directiva de Cadur (Cámara de Urbanizadores de Nicaragua) advirtió que no se invertirá en proyectos que no se ajusten a las normas de construcción exigidas por la Ley de Vivienda, la cual establece que la casa de interés social es la que mide entre 36 y 60 metros cuadrados, con servicios básicos incluidos.

¿Qué es vivienda de interés social?

La Vivienda de Interés Social (VIS) es aquella vivienda dirigida a las personas menos favorecidas de nuestro país y las cuales devengan menos de cuatro (4) salarios mínimos legales mensuales vigentes(SMLMV), cuenta con un subsidio de vivienda otorgado por: Las cajas de compensación familiar y el gobierno nacional; este se puede recibir en dinero o especie.

El valor máximo de la vivienda de interés social (VIS) será de 135 SMLMV, es decir, \$62,302.500 con base en el SMLMV de 2008. De igual forma, y con el propósito de incorporar principios que incentiven mayor competencia y flexibilización en el mercado VIS, no se definirán tipos de vivienda.

Para la Vivienda de Interés Social Prioritaria (VIP), se definirá un tope indicativo de 70 SMLMV, es decir, \$32.305.000 con base en el SMLMV de 2008, el cual será aplicable a las viviendas adquiridas con recursos del Programa de Subsidio Familiar.

Ajuste diferencial de los SFV (SUBSIDIO FAMILIAR DE VIVIENDA). Conforme a la segmentación de la demanda por su vinculación al mercado laboral y nivel de ingresos.

Además de reducir la mensualidad por el subsidio a la tasa de interés, los urbanizadores pretenden que se amplíe el plazo de 20 años máximo que se otorga actualmente, lo que permitiría ofrecer una reducción en las cuotas que mensualmente los trabajadores tienen que pagar por una casa.

Estas viviendas beneficiaran a muchos trabajadores de Zona Franca, maestros, policías, sectores que hoy no son sujetos de crédito de parte de la banca, porque ganan poco dinero.

Fuente:http://alberguesyviviendas.com/pais_Nicaragua_portaf_Viviendas+de+inter+es+social

4. OBJETIVOS

Objetivo general

- Comparar técnica y económicamente las unidades de bloques fabricadas con arena pómez y arena de escoria volcánica color roja con las unidades de bloques fabricadas con agregados de peso normal

Objetivos específicos

- Verificar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados a utilizar en la elaboración de los bloques.
- Analizar si la mezcla de arena pómez y arena de escoria volcánica color roja, pudieran ser una nueva alternativa de agregados para la fabricación de unidades de bloques para mampostería.
- Obtener unidades de bloques de mampostería que cumplan los requisitos de resistencia establecidos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON).
- Determinar las propiedades Físicas y Mecánicas de las unidades de bloques de mampostería.

5. MARCO TEORICO

5.1 DEFINICIONES:

5.1.1 ¿Qué es mortero?

A la combinación de aglomerante y aglomerado fino. Los más comunes son los de cemento y están compuestos por cemento, agregado fino y agua. Generalmente, se utilizan para obras de albañilería.

5.1.2 ¿Qué es concreto?

El concreto es un material de construcción resistente, que trabaja en su forma fluida, por lo que puede adoptar casi cualquier forma. Este material está constituido, básicamente de agua, cemento y otros componentes (agregado fino, agregado grueso) a los que posteriormente se les agrega un cuarto ingrediente denominado aditivo, en caso que sea necesario.

El concreto es un material de construcción muy popular que, gracias a la plasticidad de su forma fluida y la resistencia de su forma sólida, resulta ser el material ideal para el trabajo en exteriores. De este modo, el concreto se comporta como aquel material que nos permite vivir en casas firmes y llegar a ellas conduciendo por calles, autopistas y puentes. Se puede decir incluso, que es este el elemento que le brinda la solidez a nuestros hogares, calles y muchos lugares más en los que desarrollamos nuestras vidas.

5.1.3 ¿Qué es arena?

La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. Se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,075 y 4.75 milímetros (mm). Una partícula individual dentro de este rango es llamada «agregado fino o grano de arena». Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca (o psamita).

Las partículas por debajo de los 0,075 mm y hasta 0,004 mm se denominan limo, y por arriba de la medida del agregado fino o grano de arena y hasta los 76.2 mm se denominan grava o agregado grueso.

Granulometría

Dentro de la clasificación granulométrica de las partículas del suelo, las arenas ocupan el siguiente lugar:

Granulometría	
Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,0039 mm
Limos	0,0039-0,0625 mm
Arenas	0,075-4.75 mm
Gravas	2-76.2 mm
Cantos rodados	76.2-256 mm
Bloques	>256 mm

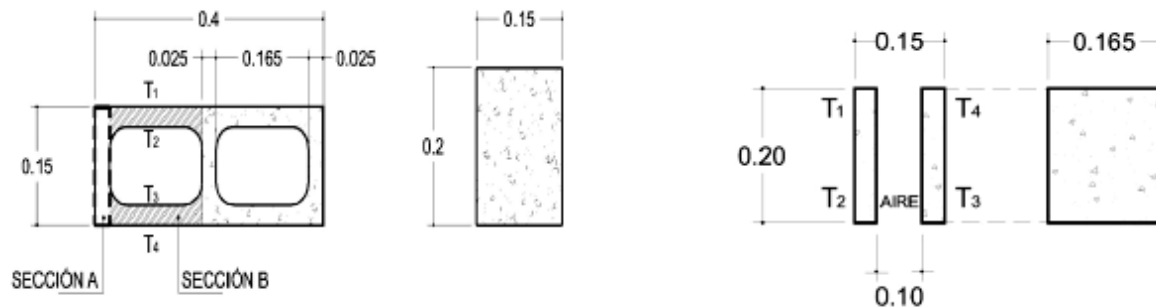
Se empleara para el análisis granulométrico ASTM C 136 y ASTM C 270.

5.1.4 ¿Qué es unidad de bloque de mampostería?

El bloque o unidad de mampostería de perforación vertical, es un elemento prefabricado de concreto, con forma de prisma recto y con una o más perforaciones que superan en un 25% su área bruta, con las que se construye muy flexiblemente, paredes estructurales y no estructurales, muros (mampostería confinada o mampostería reforzada). La mampostería está reforzada por elemento de acero y con concreto colado, y ocupa el liderazgo en cuanto al total de viviendas construidas anualmente en nuestro país.

Fuente: <http://www.manfut.org/managua/viviendaA.html>

5.1.5 Partes de un bloque:



Dimensiones de las unidades de bloque de mampostería según la norma técnica obligatoria nicaragüense. (Fuente: Publicada en la Gaceta No. 243 del 21 de Diciembre del 2010)

Tabla 1.
Dimensiones nominales y reales de los bloques

Tipo de bloque	Largo Nominal cm	Largo Real cm	Ancho Nominal cm	Ancho Real cm	Alto Nominal cm	Alto Real cm
BE-1 de 10 cm	40	39	10	10	20	19
BE-1 de 15 cm	40	39	15	15	20	19
BE-1 de 20 cm	40	39	20	20	20	19
BE-1 de 25 cm	40	39	25	25	20	19
BE-1 de 30 cm	40	39	30	30	20	19
BE-2 de 10 cm	40	39	10	10	20	19
BE-2 de 15 cm	40	39	15	15	20	19
BE-2 de 20 cm	40	39	20	20	20	19
BE-2 de 25 cm	40	39	25	20	20	19
BE-2 de 30 cm	40	39	30	20	20	19
BNE de 10 cm	40	39	10	10	20	19
BNE de 15 cm	40	39	15	15	20	19

Ninguna de las dimensiones reales (ancho, alto y largo) podrá diferir por más o menos de 3 mm de las dimensiones reales especificadas.

Los espesores mínimos de las paredes externas e internas de los bloques serán los siguientes según la norma técnica obligatoria nicaragüense. (Fuente: Publicada en la Gaceta No. 243 del 21 de Diciembre del 2010)

Tabla 2.
Espesores mínimos de las paredes externas e internas de los bloques

Tipo de bloque	Espesor mínimo de la pared externa (mm)	Espesor mínimo de la pared interna (mm)
BE-1 de 10 cm	25	25
BE-1 de 15 cm	25	25
BE-1 de 20 cm	30	25
BE-1 de 25 cm	35	30
BE-1 de 30 cm	40	30
BE-2 de 10 cm	25	25
BE-2 de 15 cm	25	25
BE-2 de 20 cm	30	25
BE-2 de 25 cm	35	30
BE-2 de 30 cm	40	30
BNE de 10 cm	25	25
BNE de 15 cm	25	25

Los bloques se clasificarán de acuerdo con su densidad según tabla 3 norma técnica obligatoria nicaragüense. (Fuente: Publicada en la Gaceta No. 243 del 21 de Diciembre del 2010)

Tabla 3.
Clasificación de bloques de acuerdo a su densidad

Tipo de bloque	Bloque de peso ligero (kg/m ³)	Bloque de peso mediano (kg/m ³)	Bloque de peso normal (kg/m ³)
Bloque BE-1	Hasta 1682	De 1682 hasta menos de 2000	Más de 2000
Bloque BE-2	Hasta 1682	De 1682 hasta menos de 2000	Más de 2000
Bloque BNE	Hasta 1680	De 1680 hasta menos de 2000	Más de 2000

Los bloques se clasificaran de acuerdo su porcentaje de absorción en la tabla 4 según la norma técnica obligatoria nicaragüense. (Fuente: Publicada en la Gaceta No. 243 del 21 de Diciembre del 2010)

Tabla 4.
Valores Máximos de absorción según tipo de bloque

Tipo de bloque	Valor máximo en un bloque (%)
Bloque BE-1	10
Bloque BE-2	12
Bloque BNE	15

Donde BE: Bloque estructural

BNE: Bloque no estructural, hueco o sólido.

Los bloques se clasificaran de acuerdo a su resistencia a la compresión en la tabla 5 según norma técnica obligatoria nicaragüense. (Fuente: Publicada en la Gaceta No. 243 del 21 de Diciembre del 2010)

Tabla 5.
Valores mínimos de resistencia a la compresión de los bloques de concreto

Tipo	Promedio mínimo de tres unidades	Resistencia mínima a la compresión para una pieza individual
Bloque BE-1	13.65 MPa (1980 psi)	12.19 MPa (1765 psi)
Bloque BE-2	8.41MPa (1220 psi)	7.51 MPa (1090 psi)
Bloque BNE	5.65 MPa (820 psi)	5.04 MPa (732 psi)

El cálculo de la resistencia se calcula sobre el área neta.

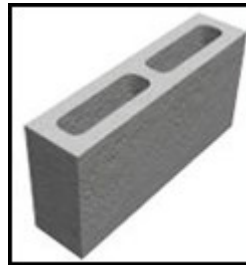
Nota: 1 MPa equivale a 10.19 kg/cm²

En la actualidad existen diferentes tipos de bloque en lo cual trataremos de dar una pequeña definición y usos de cada uno de ellos, por lo cual nos basaremos en dichas características para realizar el análisis y diseño del bloque propuesto:

Bloques para paredes, tapiales y muros



Para paredes que soportan carga y muros de retención, debe usarse de acuerdo al diseño estructural, bloques de 15 ó 20 cms de ancho.



Para paredes que no soportan carga y tapiales de 2.0 ó 2.5 m puede usarse bloques de 10 cms de ancho



Los bloques con lado liso, se usan en los marcos de puertas y ventanas para no tener que repellarlos y se fabrican sólo en 15 y 20 cms

de ancho.



Las soleras pueden usarse como: 1) soleras de fundación, 2) soleras intermedias si la pared tiene más de 2 m de alto, y 3)

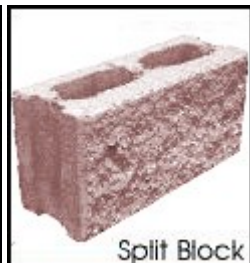
soleras de coronación.



Los bloques esquinales funcionan de un lado como bloque entero y del otro como mitad de bloque. Facilitan la conformación de esquinas en

la construcción.

Bloques arquitectónicos



Los bloques arquitectónicos son bloques estructurales con un acabado final. Por tanto las paredes no necesitan repellarse, ni afinarse, ni pintarse.

Bloques para pisos y pavimentos



Las baldosas de 4 cms de espesor son recomendados para colocarse en cocheras, aceras, senderos, alrededor de piscinas, en fin, para áreas

peatonales. 4x20x40 cms.



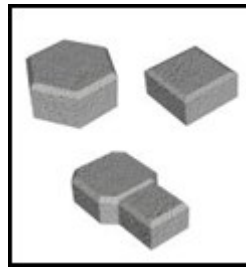
El adoquín rectangular que por su forma y tamaño facilita su colocación, puede usarse también en calles y estacionamientos. 8x10x20

cms.



El adoquín tradicional de 250 kg/cms² y el adoquín de material cero de alta resistencia 350 kg/cms² son para áreas de tráfico pesado.

10x22x24 cms.



Los rombos y cuadrados romanos, lo mismo que los adoquines tradicionales pueden usarse en pasajes y calles de circulación menor y

en estacionamientos.

En relación a otras capas de rodamiento (asfalto y concreto) el adoquín tiene muchas ventajas, entre ellas, se puede retirar y volver a colocar cuando hay necesidad de instalar nuevas tuberías, reparar las ya existentes o reparar un hundimiento.

Dimensiones de los Bloques de Concreto

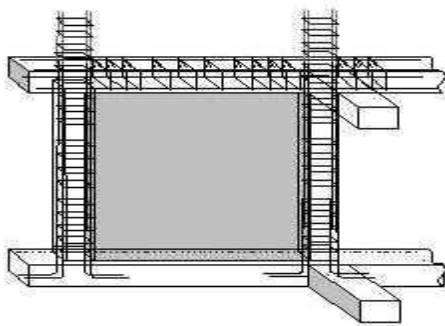
Los bloques, tanto tradicionales como arquitectónicos, se fabrican en colores: gris claro (normales), gris oscuro, adobe y rosado.

Todos los bloques en Nicaragua miden, para efectos de modular, 20 cms de alto y 40 cms de largo. Varía el ancho entre 10, 15 ó 20 cms.

5.1.6 ¿Qué es mampostería confinada?

La mampostería estructural es quizás la forma más antigua en que el hombre resolvió cómo hacer portantes las construcciones que necesitaba para su subsistencia. Las viviendas, los puentes, los acueductos, los templos, son, entre otros, algunos ejemplos de tales aplicaciones.

A pesar de que se han desarrollado nuevos materiales y elementos estructurales para atender dichas necesidades, la mampostería estructural se utiliza como principal alternativa portante para solucionar el problema de la vivienda en la región latinoamericana, donde a los sectores más desfavorecidos proporciona un medio para facilitar la autogestión.

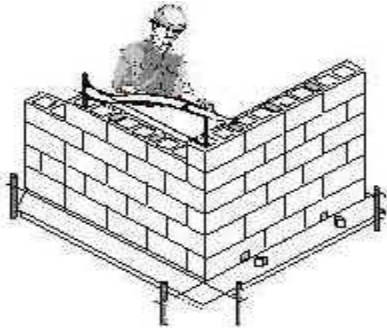


Es la construcción con base en unidades de mampostería unidas por mortero, reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado construido alrededor del muro confinándolo. Este sistema estructural se clasifica como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico. La mayor parte de las ventajas y desventajas relativas frente a sistemas constructivos diferentes, son compartidas con la mampostería estructural.

Entre los dos sistemas de mampostería, reforzada y de muros confinados, diferentes características y apreciaciones de constructores y diseñadores han terminado favoreciendo la estructural sobre la de muros confinados por ser más económica.

Fuente <http://micigc.uniandes.edu.co/VIS/mamposte.htm>

5.1.7 ¿Qué es mampostería reforzada?



Está conformada por muros construidos con bloques huecos unidos con mortero de cemento.

Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero.

Para efectos de diseño, este sistema estructural se clasifica como con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (DES) para efectos de diseño sismo-resistente

El sistema permite una reducción en los desperdicios de los materiales empleados y genera fachadas portantes.

Las instalaciones sanitarias y eléctricas e hidráulicas se pueden desarrollar por las celdas de la mampostería lo cual es ventajoso en muchos casos. Se considera que la mampostería estructural conforma un sistema con un buen aislamiento relativo desde el punto de vista térmico y acústico.

La mampostería reforzada conduce a edificaciones más sencilla que evita lograr una amplia variedad de estilos desde el punto de vista arquitectónico, al mismo tiempo que no es flexible para hacer modificaciones una vez habitada puesto que la mayoría de los muros son estructurales.

5.2 LA VIVIENDA TRADICIONAL INDUSTRIALIZADA DE BLOQUES DE CEMENTO:

Siendo esta la más usada en nuestro país, por su sencillez, economía y de alta resistencia, presenta:

- Puede ser tanto losa de fundación de concreto armado, como fundaciones aisladas de concreto armado.
- Estructura se caracteriza por ser tipo pórtico, puede ser metálica u hormigón armado.
- Empleo de los bloques de concreto para la construcción total de las paredes, tanto internas como externas. Se pueden utilizar tanto bloques de 10cm, como bloques de 15cm.
- En ventanas y puertas se pueden utilizar materiales como: plásticos, metálicos y maderas.

El techo puede ser: zinc, entre otros.

- Los recubrimientos pueden ser de cualquier tipo, todo depende del programa de vivienda que se esté ejecutando, o si es por autoconstrucción depende de los requerimientos del propietario.



LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A EMPLEAR

La mampostería estructural moderna ofrece posibilidades sismo-resistentes con la adecuación de muros portantes. Para ello se proponen dos alternativas: muros de mampostería armada internamente (mampostería reforzada) y muros de mampostería

confinada. Esta segunda alternativa es la solución estructural más comúnmente utilizada en las viviendas de los sectores menos pudientes.

5.3 ¿Qué es agregado?

- a) Agregado, es una amplia categoría de partículas gruesas de material utilizado dentro de la construcción, incluyendo arena, grava, piedra machacada, escoria, y concreto reciclado. Los agregados son un componente de materiales compuestos por ejemplo concreto y concreto del asfalto; el agregado sirve como refuerzo para agregar fuerza al material compuesto total.

Los agregados también se utilizan como materia prima bajo fundaciones, caminos, y ferrocarriles. Para expresarlo de otra manera, los agregados se utilizan como una base estable de la fundación (del camino o del carril) con las características fiables, uniformes, o como suplemento barato que mezcla con un cemento o un asfalto más costoso para formar el concreto.

- b) Material granular, el cual puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

5.3.1 Componentes del Agregado.

Comprende los materiales de peso ligero, como arena de escoria, vermiculita y arena pómez, que se emplean en enlucidos y concretos ligeros. Sin embargo, no incluye la piedra o la arena finamente pulverizada que se suelen usar en combinación con el cemento.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente entre el 80-90% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Los agregados se dividen en:

- a. **El agregado fino**, se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.
- b. **El agregado grueso**, Es aquel material inerte y árido cuyos granos son retenidos el 100% por la malla o tamiz # 4. También se le conoce como cascajo o piedra, el más usual es la grava.

Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total de concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones.

La pasta cementicia (mezcla de cemento y agua) es el material activo dentro de la masa de concreto y como tal es en gran medida responsable de la resistencia, variaciones volumétricas y durabilidad del concreto. Es la matriz que une los elementos del esqueleto granular entre sí.

Cada elemento tiene su rol dentro de la masa de concreto y su proporción en la mezcla es clave para lograr las propiedades deseadas, esto es: trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

¿Qué es agregado de peso normal?

Los agregados de peso normal comúnmente proceden de la desintegración, por causas naturales o medios artificiales, de rocas con peso específico relativos entre 2.4 y 2.8, aproximadamente; de manera que al utilizarlos se obtienen concretos con peso volumétrico, en estado fresco, en el intervalo aproximado de 2200 a 2550 kg/m³. Existen diversas características en los agregados, cuyas diferencias permiten clasificarlos e identificarlos. Las principales características que sirven a tal fin, se indican a continuación:

a) Por el origen de las rocas

Una primera razón para establecer diferencia entre los agregados, se refiere al distinto origen de las rocas que los constituyen. La definición del origen y la composición de las rocas es un asunto útil y necesario, porque permite inferir ciertos aspectos relacionados con el comportamiento de las mismas al ser utilizadas como agregados en el concreto.

Por su génesis geológica, las rocas se dividen en ígneas, sedimentarias y metamórficas, las que a su vez se subdividen y clasifican en diversos tipos de acuerdo con sus características texturales y mineralógicas.

Las rocas ígneas, o endógenas, proceden de la solidificación por enfriamiento de la materia fundida (magma) y pueden dividirse en dos grupos: las rocas intrusivas, o plutónicas, que provienen del enfriamiento lento que ocurre inmediatamente abajo de la superficie terrestre, y las extrusivas, o volcánicas, que se producen por el enfriamiento rápido del material que es expulsado en las erupciones volcánicas (derrames lávicos y eventos piroclásticos). Las rocas ígneas se clasifican por su textura, estructura y composición mineralógica y química, de igual modo que las otras clases de rocas.

Las rocas sedimentarias, como su nombre lo indica, son el resultado del proceso de transporte, depósito y eventual litificación, sobre la corteza terrestre, de los productos de intemperismo y erosión de otras rocas preexistentes; proceso que frecuentemente se produce bajo el agua, pero también puede ocurrir en el ambiente atmosférico. Su grado de consolidación puede ser muy variable, desde un estado muy compacto en antiguos sedimentos, hasta un estado prácticamente sin consolidar en sedimentos cuyo proceso es relativamente reciente o no existen condiciones favorables para su consolidación. De acuerdo con el tamaño de sus partículas, estos sedimentos no consolidados se identifican como gravas, arenas, limos y arcillas.

Las rocas metamórficas se forman como consecuencia de procesos que involucran altas presiones y temperaturas y de fuerzas que se generan en la corteza terrestre, cuyos efectos pueden manifestarse sobre rocas ígneas, sedimentarias e inclusive metamórficas previamente formadas. Tales efectos se traducen en alteraciones de la textura, estructura y composición mineralógica, e incluso química, de las rocas originales. Las rocas metamórficas resultantes pueden ser de estructura masiva, pero con mayor frecuencia presentan estructura laminar, o foliada, de manera que al desintegrarse pueden producir fragmentos con tendencia tabular, de acuerdo con su grado de foliación.

Las rocas en general se hallan constituidas por minerales cuyas características permiten reconocerlos y cuantificarlos. Aunque hay algunos casos de rocas constituidas por un solo mineral, la mayoría se hallan compuestas por varios minerales. A medida que la roca se fragmenta y las partículas se reducen de tamaño, resulta más difícil identificarla. Así, en los fragmentos con tamaño de grava se conservan la variedad de minerales, la textura y la estructura de la roca original; en las partículas de arena de mayor tamaño todavía es posible que se conserven e identifiquen las características mineralógicas y estructurales de la roca de origen, pero en los granos de arena de menor tamaño solamente resulta factible la identificación de los minerales.

Para definir el origen geológico y la composición mineralógica de las rocas que integran los agregados, y para hacer una estimación preliminar de su calidad físico-química, se acostumbra realizar el examen petrográfico (NOM C-265/ASTM C 295) aplicando una nomenclatura normalizada como la ASTM C 294(41). Con base en ésta, se formaron las tablas 1.12 y 1.13; en la primera se incluye una relación de los principales minerales que de ordinario se hallan presentes en las rocas que son fuente de agregados de peso normal, y en la segunda se hace un resumen de la composición mineralógica y otras características comunes de dichas rocas.

- a. Dado que existen numerosas fuerzas y eventos de la naturaleza capaces de ocasionar la fragmentación de las rocas, los productos fragmentados también suelen presentar variadas características como consecuencia del distinto modo de actuar de las fuerzas y eventos causantes. Esto, sumado a la diversidad de clases y tipos de rocas, da por resultado una amplia variedad de características en los agregados cuya fragmentación es de origen natural.

Algunas de las causas naturales que con mayor frecuencia producen la fragmentación de las rocas, y la denominación que usualmente se da a los productos fragmentados, se indican a continuación:

Origen de la fragmentación	Producto resultante
<ul style="list-style-type: none"> ○ Acción erosiva de las aguas pluviales, combinada con la erosión hidráulica y mecánica producida por el acarreo de fragmentos a lo largo del curso de las corrientes de agua superficiales. ○ Acción expansiva del agua al congelarse, combinada con la erosión mecánica producida por el arrastre de fragmentos por medio de la nieve y el hielo en el cauce de los glaciares. ○ Acción erosiva del agua de mar, combinada con la erosión mecánica producida por el arrastre y acarreo de fragmentos por medio del oleaje, las mareas y las corrientes marinas. ○ Acción desintegrante debida al diastrofismo y al intemperismo, combinada con la erosión mecánica producida por el transporte de fragmentos por medio del viento. ○ Fragmentación de la masa de roca fundida (magma) por efecto de las fuerzas que se generan en las erupciones volcánicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aluviones: cantos rodados, gravas arenas, limos y arcillas en depósitos fluviales y lacustres. ○ Morrenas: bloques, cantos rodados gravas, arenas, limos y arcillas l en depósitos glaciales. i- Depósitos marinos: gravas, arenas limos y arcillas, depositados a lo largo de las costas, formando playas. ○ Depósitos edilicos: arenas finas, limos y arcillas, que se depositan y acumulan formando dunas y ménos. ○ Depósitos piroclásticos: grandes fragmentos, bombas y bloques, cenizas volcánicas, que se depositan en las zonas de influencia de los volcanes, de acuerdo con la magnitud de las erupciones.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos4/concreto/concreto.shtml>

b) Por el tamaño de las partículas

Se ha dicho que el concreto hidráulico es la aglutinación mediante una pasta de cemento, de un conjunto de partículas de roca cuyas dimensiones comprenden desde micras hasta centímetros. Para el caso del concreto convencional, en que se utilizan mezclas de consistencia plástica, la experiencia ha demostrado la conveniencia que dentro de ese intervalo dimensional se encuentren representados todos los tamaños de partículas y que, una vez que se ha establecido mediante pruebas la composición del concreto con determinados agregados, debe mantenerse razonablemente uniforme esta composición durante la producción, a fin de que las características y propiedades del concreto resulten dentro de un marco de variación predecible.

Para mantener una adecuada uniformidad en la granulometría de los agregados (finos, naturales y gruesos, según normas (NOM M o. 150/ASTM No.100) (NOM C-111/ASTM C 33) (42, 43) M o. 150/ASTM No.100) (NOM C-111/ASTM C 33) (42, 43), durante su utilización en la elaboración del concreto, el procedimiento consiste en dividirlos en fracciones que se dosifican individualmente. Puesto que el grado de uniformidad asequible está en función del intervalo abarcado por cada fracción, lo deseable es dividir el conjunto de partículas en el mayor número de fracciones que sea técnica, económica y prácticamente factible.

¿Qué es agregado de peso ligero?

El agregado de peso específico ligero es aquel que es menor a 2500 Kg/m^3

5.4 Características esenciales del cemento

La influencia que el cemento portland ejerce en el comportamiento y propiedades de la pasta cementante, derivan fundamentalmente de la composición química del clinker y de su finura de molienda.

5.4.1 Composición química

Una vez que el agua y el cemento se mezclan para formar la pasta cementante, se inicia una serie de reacciones químicas que en forma global se designan como hidratación del cemento. Estas reacciones se manifiestan inicialmente por la rigidización gradual de la mezcla, que culmina con su fraguado, y continúan para dar lugar al endurecimiento y adquisición de resistencia mecánica en el producto.

Aun cuando la hidratación del cemento es un fenómeno sumamente complejo, existen simplificaciones que permiten interpretar sus efectos en el concreto. Con esto admitido, puede decirse que la composición química de un Clinker portland se define convenientemente mediante la identificación de cuatro compuestos principales, cuyas variaciones relativas determinan los diferentes tipos de cemento portland:

Compuesto Fórmula del óxido Notación abreviada

Silicato tricalcico $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ C3S

Silicato di cálcico $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ C2S

Aluminato tricálcico $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ C3A

Aluminoferrito tetra cálcico $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ C4AF

Otro aspecto importante relativo a la composición química del clinker (y del cemento portland) se refiere a los álcalis, óxidos de sodio (Na_2O) y de potasio (K_2O), cuyo contenido suele limitarse para evitar reacciones dañinas del cemento con ciertos agregados en el concreto (para el caso que sean agregados reactivos).

5.4.2 Finura de molienda

En la determinación del proceso industrial adecuado para la molienda del cemento, intervienen factores técnicos y económicos que deben conciliarse. En el aspecto técnico interesa principalmente definir el grado de finura que debe darse al cemento para que cumpla especificaciones de acuerdo con su tipo, pero sin dejar de considerar también los efectos secundarios que la finura del cemento puede inducir.

5.5 Escoria volcánica

La escoria volcánica es ideal para una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo:

Paisajismo: Su bajo peso en relación con el tamaño y su aspecto rústico y exótico ofrecen una solución funcional y estéticamente innovadora en la jardinería creativa. Las rocas de lava representan la última tendencia entre los diseñadores y escultores de cascada, y son utilizadas como esculturas de arte natural. Adicionalmente, la puzolana (Las puzolanas son materiales silíceos o aluminosilíceos a partir de los cuales se producía históricamente el cemento, desde la antigüedad Romana hasta la invención del cemento Portland en el siglo XIX. Hoy en día el cemento puzolánico se considera un ecomaterial.

No contamos con este material en nuestro medio se encuentra en grandes cantidades en la región metropolitana de Chile. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Puzolana>), es un sustituto eficaz del césped en zona con carencia de agua de riego y sustituto de otros materiales como la perlita, leca, etc.

Drenaje natural: Por su calidad porosa, la puzolana es un drenaje natural para jardines e instalaciones deportivas al aire libre como los campos de fútbol.

Acuario: Tanto la piedra volcánica como las rocas volcánicas son ideales y seguras para los acuarios, con PH neutro no distorsionan las propiedades naturales del agua ni afectan la salud de los peces, a la vez que, gracias a sus grietas y hendiduras, se convierten en atractivos naturales de los acuarios y peceras, dotando de un lugar de exploración para los peces y proporcionando zonas de interés y de refugio.

Filtro natural: Su alta porosidad la convierte en un filtro natural sumamente efectivo para líquidos.

Aislante Térmico: Utilizada en la construcción debido a su capacidad como barrera al paso del calor. (0,21 Kcal / Hm² C)

Arqueología: Como protector de restos arqueológicos de baja densidad para conservación.

Abrasivo: Utilizada como ingrediente en detergentes abrasivos.

FUENTE:http://www.puzolana.com.ar/principales_usos_y_aplicaciones.html

5.5.1 Propiedades Físicas

PH: 7

Punto de Fusión: 800-900°C

Punto de Inflamabilidad: No inflamable

Aspecto físico: Sólido

Forma: Granulado o en Rocas

Colores: Rojizo-Rosado o Negro

Olor: Inodora

Solubilidad en agua: Insoluble

Composición Química:

Las puzolanas son materiales silíceos o aluminio-silíceos, compuestas principalmente por Aluminosilicatos (Dióxido de Silicio, SiO_2 + Óxido de Aluminio, Al_2O_3): que alcanzan entre un 76% y 82% (de Dióxido de silicio + Oxido de Aluminio), según el tipo de puzolana.

También contienen Oxido Férrico (Fe_2O_3), Oxido de Calcio (CaO) y Óxido de Potasio (K_2O), los que, en conjunto con los dos elementos anteriores, (SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + CaO + K_2O) componen entre un 85% y 95% de la masa total de la puzolana. El restante 5% a 15% de la puzolana está compuesta por otros diversos tipos de Oxido, como el de Magnesio (MgO), de Sodio (Na_2O), de Potasio (K_2O), de Titanio (TiO_2), de Fósforo (P_2O_5) y de Manganeso (Mn_2O_3).

Fuente: http://www.puzolana.com.ar/que_es_la_puzolana.html

Imagen



5.6 Pómez

La piedra pómez (pumita o pumicita) es una piedra volcánica. Posee formas variadas, predominando las alargadas y angulosas. Está compuesta por trióxido de sílice y trióxido de aluminio, entre otros componentes: 71% de SiO_2 , 12.8% de Al_2O_3 , 1.75% de Fe_2O_3 , 1.36% de CaO , 3.23% de Na_2O , 3.83% de K_2 , 3.88% de H_2O .

Esta tiene origen por ser piro clástico poroso, que se constituyen de vidrio en forma de espuma y que se forman durante un enfriamiento muy rápido de un magma ascendiente de alta viscosidad. Estos son muy característicos de las vulcanitas claras y ácidas, como por ejemplo de la riolita, y por ello son de color blanco grisáceo hasta amarillento, raramente de color café o gris. El término "piedra pómez" incluye todos las rocas piro clásticas porosas.

Su dureza se caracteriza por 5 / 6 Mohs. Aunque se puede decir que es de dureza media, debido a su alta friabilidad el poder abrasivo es muy bajo, produciendo un efecto muy suave sobre la superficie

La textura que esta presenta es porosa, esponjosa o espumosa. Escoriácea, con muchos huecos y cavidades. Sus poros cerrados le confieren una baja densidad, por lo que el comportamiento al impacto es muy ligero 0,7 (0,4 a 0,9) g/cm^3 .

El origen volcánico le dio ciertas características a la piedra pómez: una multitud de poros y células cerradas dan por resultado una porosidad con una solidez de grano al mismo tiempo. Su porosidad le permite absorber y retener el agua, además de hacerla ligera y otorgarle condiciones particulares, especialmente para el filtrado de productos de elaboración industrial. La piedra pómez es tan suave que puede ser tallada, torneada y grabada con gran facilidad. Su color blanco le da una gran vistosidad, siendo también útil para la decoración. Debido a su ligereza puede flotar sobre las aguas a causa del aire contenido en sus cavidades. Aparte de eso la piedra pómez es resistente al frío, al fuego y a la intemperie y libre de sales solubles en agua.

Tiene múltiples usos: como filtrante en la industria, como aireador de suelos en la agricultura, y en la elaboración de polvos abrasivos para cosmetología, odontología y distintos procesos químicos. Limpieza de superficies delicadas en construcción civil y monumental tales como estucos, esgrafiados, bajorrelieves, y de forma general, todas aquellas superficies en las que sea deseable una aplicación suave.

Aplicable también a superficies metálicas para matizado muy leve. La pumicita para horticultura se emplea en cultivos diversos, invernaderos, campos de golf, jardinería de paisaje, etc. La pumicita es un gran complemento para el suelo. Provee porosidad para la aireación y al mismo tiempo retiene el agua en el área, permitiendo a las plantas permanecer verdes y saludables por periodos más prolongados entre lluvias o riegos.

5.7 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS

5.7.1 PROPIEDADES FÍSICAS:

a. Densidad de los Agregados

Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario.

Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

b. Porosidad

La palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.

c. Peso Unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C29. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes (de los sólidos) y viceversa

d. Porcentaje de Vacíos

Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. Se evalúa usando la siguiente expresión recomendada por ASTM C 29

$$\% \text{ vacios} = \frac{S_{xw} - P.U.C}{S_{xw}} * 100$$

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

P.U.C. = Peso Unitario Compactado seco del agregado

e. Humedad

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso natural} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco}} * 100$$

Dónde:

Peso natural= Peso húmedo.

TABLA DE ENSAYES REALIZADOS CON SUS RESPECTIVAS NORMAS

Ensaye	Normas
Practica estándar para muestreo de agregados	ASTM D 75
Pesos unitarios sueltos	ASTM C 29
Gravedad específica y porcentaje de absorción	ASTM C 128
Granulometría	ASTM C 136 ASTM C 270
Resistencia a la compresión simple	ASTM C 109
Ruptura en bloques de mortero	ASTM C 140
Intemperismo acelerado	ASTM C 88
Impureza orgánica	ASTM C 40

5.7.2 PROPIEDADES MECANICAS DE LOS AGREGADOS:

a. Resistencia

La resistencia a la compresión del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la textura la estructura y composición de las partículas del agregado influyen sobre la resistencia.

Si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia a compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante.

b. Dureza

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Entre las rocas a emplear en concretos éstas deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión y pueden ser el cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

c. Módulo de elasticidad

Es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

El módulo elástico es muy inusual su determinación en los agregados, sin embargo el concreto experimentara deformaciones por lo que es razonable intuir que los agregados también deben tener elasticidades acordes al tipo de concreto. El valor del modulo de elasticidad además influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse.

6. DISEÑO METODOLOGICO

El presente documento es de carácter investigativo se realizara en diez etapas: la primera comprenderá en la búsqueda, la recopilación y estudio de la bibliografía disponible relacionada con el tema a tratar, con el propósito de encontrar antecedentes de uso o alguna información técnica del material que defina sus características de mayor relevancia, brindando así una mejor comprensión del tema. Al mismo tiempo se realizaran los trabajos de campo, es decir, el reconocimiento de los bancos, su descripción geológica y el respectivo muestreo.

Una vez obtenidas las muestras se procede a la segunda etapa que implica la realización de los ensayos de laboratorio del material obtenido en la primera etapa. Así mismo se determinaran las propiedades básicas que influyen en la dosificación, durabilidad del concreto, tales como granulometría, gravedad específica, absorción, peso unitario, Intemperismo acelerado.

Una vez terminado lo anterior se procede a realizar la tercera etapa que consiste en la mezcla de agregados pómez/hormigón esto con el fin de obtener la relación optima es decir la que de cómo resultado un mayor densidad.

En la cuarta etapa mediante una serie de ensayes se procederá a determinar cuál es la relación óptima de los agregados de pómez/hormigón.

Posteriormente en la quinta etapa se realizaran diseños de mezclas de concreto variando la relación agua/cemento en peso, utilizando arena de hormigón, arena pómez con cemento mezclado y agua potable, aplicando las propiedades físico-mecánicas del agregado fino, obtenido de la fase experimental. Para esto se propone la variable de 5 relaciones agua/cemento, para los diseños respectivos.

Los diseños elaborados en la fase de gabinete de la sexta etapa se reproducirán en el laboratorio, fabricando cubos de mortero de 2 pulgadas de aristas, en la séptima etapa serán ensayados a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente.

En la octava etapa a partir de la información obtenida del ensaye de resistencia a compresión a los 28 días de fabricado se seleccionara el diseño de mezcla que cumpla los requisitos establecidos por la NTON (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense) para bloque estructural.

En la novena etapa la mezcla optima se reproducirá de dos formas, la primera fabricando en el laboratorio cubos de 2 pulgadas de arista y la segunda unidades de bloques huecos de 6x8x16 pulgadas, elaborados en maquina industrial.

Ambos tipos de especímenes serán sometidos a ensayos de resistencia a compresión en la decima etapa a las edades de 7, 14 y 28 días de fabricados, con la finalidad de comprobar los resultados mínimos esperados según NTON a los 28 días de fabricados.

En la última etapa se analizara la información y los datos obtenidos en las etapas anteriores y a partir de ello generar las conclusiones a las cuales se llegaran con este estudio. En resumen las cuatro etapas descritas serán: información preliminar y trabajo de campo, trabajo de laboratorio, trabajo de gabinete.

La forma del bloque de concreto que se evaluará es el más utilizado ampliamente en la construcción, desde viviendas de interés social a edificaciones comerciales e industriales.

Sus principales aplicaciones son:

- Muros simples o divisorios
- Muros estructurales
- Bardas perimetrales
- Muros de retención

7. CRONOGRAMA DE TRABAJO

1. Exploración, selección y muestreo de bancos de materiales.
2. Realización de ensayos Físico- Mecánicos en los agregados.
3. Realización de mezclas de agregados Pómez/Hormigón para determinar relación óptima, es decir la que de cómo resultado mayor pero unitario.
4. Determinación de la relación optima Pómez/Arena.
5. Diseño de mezclas con distintas relación Arena/Cemento.
6. Elaboración de mezclas de pruebas y fabricación de cubos.
7. Ensayes de resistencia a compresión de los cubos a los 7, 14 y 28 días de fabricados
8. Selección de diseños que cumplan los requisitos establecidos por la NTON para bloque estructural.
9. Elaboración de unidades de bloques de mampostería con diseños seleccionados de acuerdo a requerimientos de NTON
10. Ensayes de resistencia y absorción en unidades de bloques de mampostería para aceptación o rechazo de diseño.
11. Determinación de la mezcla óptima para fabricación de unidades de bloques de mampostería que cumplan los requisitos de NTON.

8. ANALISIS DE RESULTADOS

Para evaluar los agregados se consideró trabajar con las normas ASTM por ser estas las legales vigentes con las que se trabaja para el control de calidad.

Lo primero que se realizó fue el muestreo de los bancos de materiales para luego cribar y que pasara la malla # 4 que permitiera hacer los bloques ya que para la realización de estos se trabaja con arena, una vez que se tenía el suficiente material se procedió a realizar una serie de ensayos que nos permitiera verificar que estos materiales (arena escoria volcánica roja y arena pómez) cumplieran con la norma.

8.1 Los ensayos realizados a los agregados fueron:

- Intemperismo acelerado
- Granulometría
- Absorción en materiales pétreos
- Gravedad específica
- Pesos unitarios sueltos
- Impureza orgánica

Obteniendo los resultados mostrados en anexos, de los cuales se analizó de esta manera:

8.1.1 Intemperismo acelerado: la norma ASTM C 88 especifica que tiene que estar por debajo del 12 % que es el máximo para las arenas por lo cual ambos agregados cumplieron con esta obteniendo los siguientes resultados la escoria volcánica color roja con el 5.36 % y arena pómez con el 7.1 %, esto nos demuestra que la escoria volcánica color roja tiene todavía más resistencia al intemperismo que la pómez, este ensaye es importante para verificar el desgaste que sufren los agregados una vez expuestos al medio ambiente.(ANEXOS PAG. # 64)

8.1.2 Granulometría: la norma ASTM C 136 especifica con respecto a cada malla el porcentaje en peso de agregado que debe pasar para así calcular el módulo de finura (2.30 – 3.10) recomendado 3.84 para bloques liviano)y verificar si este material no está demasiado fino pudiendo causar más gastos a la hora de la mezcla.

También mediante a este ensaye pudimos verificar cuanto factor de desperdicio obtenemos cuando cribamos el material, en base a nuestro ensaye a los agregados obtuvimos lo siguientes resultados para la arena escoria volcánica fue de 4.08 % y para la pómez fue de 3.08 esto nos demostró que la arena escoria volcánica no cumple con la norma eso significa que de la parte del banco de donde extrajimos el material estaba muy grueso, por lo cual el factor de desperdicio de este material será alto. (ANEXOS PAG. # 60)

Fuente: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_0803.pdf

8.1.3 Absorción: la norma ASTM C 128 especifica que mediante este proceso podemos verificar que cantidad de liquido es absorbido por el agregado en nuestros resultados obtuvimos para la arena escoria volcánica fue de 4.44 % y el de la arena pómez fue de 21.5 % a pesar de que la norma no propone un máximo y un mínimo si pudimos notar que la pómez absorbe bastante agua y eso lo consideramos como un indicativo que la mezcla gastaría mucha agua. (ANEXOS PAG. # 61)

8.1.4 Gravedad específica: la norma ASTM C 128 no indica valores máximos o mínimos sin embargo según nuestra investigación la escoria volcánica roja debe de estar entre 2.40-2.72 y la arena pómez entre 1.35-1.70 según nuestros resultados la arena escoria volcánica roja fue de 2.44 y la arena pómez fue de 1.58 lo cual indica que ambas arenas cumplieron con la norma. (ANEXOS PAG. # 62) (fuente: BIBLIOGRAFIA)

8.1.5 Pesos unitarios: la norma ASTM C 29 nos indica que el valor mínimo para las arenas es 1121 kg/m^3 en nuestro ensaye los resultados para arena escoria volcánica y arena pómez fue de 1090 y 688 respectivamente, con este resultado consideramos que los materiales además de no cumplir con la norma esto significa que son materiales relativamente ligeros, mas sin embargo continuamos con el proceso de elaboración considerando que lo que queremos obtener son bloques de agregados de peso ligero.(ANEXOS PAG. # 58)

8.1.6 Impureza orgánica: la norma ASTM C 40 nos indica cinco estados de contaminación que pueden estar los agregados considerado los tres primeros como tolerables y el cuarto y quinto como estado de impureza máximo, en nuestro caso ambos agregados dieron cero como resultado, es decir no poseen impureza o materia orgánica que pudiese afectar sus propiedades.(ANEXOS PAG. # 61)

8.2 Los ensayos realizados a la mezcla óptima fueron:

- Granulometría
- Intemperismo acelerado
- Absorción en materiales pétreos
- Gravedad específica
- Resistencia a la compresión simple

8.2.1 Granulometría: la norma ASTM C 128 se realizo para obtener resultados de cómo se comportan en si los materiales juntos y verificar que estos cumplen, el resultado de esta mezcla fue 5.4 % es decir que el material no está dentro del rango del modulo de finura está un poco grueso pero tolerable esto se debe a que el material seleccionado de arena escoria volcánica es grueso. (Anexos página 68)

8.2.2 Intemperismo acelerado: la norma ASTM C 88 especifica que tiene que estar por debajo del 12 % que es el máximo, por lo cual con la mezcla óptima obtuvimos el siguiente resultado de 5.74 % cumple con la norma. (Anexos Pagina 6)

8.2.3 Absorción: la norma ASTM C 128 especifica que mediante este proceso podemos verificar que cantidad de liquido es absorbido por el agregado en nuestros resultados obtuvimos que la mezcla optima es de 17.7 % un valor bastante alto, por lo cual aun mezclado los materiales es un valor que indica que la mezcla absorberá bastante agua. (ANEXOS PAG. #68)

8.2.4 Gravedad específica: la norma ASTM C 128 no indica valores máximos o mínimos sin embargo cuando los agregado representan resultados muy bajos de los valores normales como la pómez (1.35-1.70), quiere decir que es un material demasiado poroso y no es pesado, en nuestro caso dio 1.36 está dentro del rango de la pómez, esto se da debido a que la proporción adecuada o la que seleccionamos por presentar menor peso unitario posee más pómez que escoria volcánica (ANEXOS PAG. # 69)

8.2.5 Resistencia a la compresión simple: la norma ASTM 2166 nos indica realizar cubos de 2x2 pulgadas para realizar el ensaye, esto con el fin de saber resultados preliminares de lo que será el ensaye a la compresión de bloques.

Se realizan tres cubos por relación optima para ensayarlos, con estos resultados se verifico cual era la relación optima a utilizar y proceder realizar los bloques de arena escoria volcánica color roja y arena pómez, para la resistencia requerida se utilizó el NTON (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense). (ANEXOS PAG. # 72)

Una vez que se encontró el resultado de resistencia a la compresión simple en cubos, se procedió a la realización de bloques.

La realización de bloques es mediante una maquina ya sea industrial o semi industrial la cual contiene un deposito donde primeramente se mezclan los materiales y al salir de la banda se colocan en unos moldes que hacen bloques de 6x8x16 pulgadas en nuestro caso, una vez hechos se llevaron a una superficie plana que permita el curado de este como mínimo siete días.



Pasado el tiempo de curado se pesaron, midieron y se cabecearon a como indica el NTON (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense), este cabeceo se realizo con yeso y se efectúa 24 horas antes del ensayo.

Con el resultado obtenido del ensaye de ruptura de bloques, absorción y densidad se evaluaron estos datos con los valores que refleja el NTON con el propósito de definir en qué tipo de bloque se clasificaba este. Las características de este cumple con un bloque estructural tipo 2 tanto en la absorción que está por debajo del valor máximo que es 12 % en nuestro caso es de 7.16 % y la densidad que el valor mínimo debe ser de 2000 kg/m³ en nuestro caso es de 4783 kg/m³. (ANEXOS, PAG # 73)

IX- ANALISIS TECNICO ECONOMICO

Para realizar el análisis se deben considerar los precios y las cantidades de material a utilizar para la fabricación de los bloques.

Para la elaboración de bloques de agregados de peso normal se utiliza la relación 1:7 es decir (1 cemento; 5 de arena; 2 de grava)

La bolsa de cemento cuesta	c\$ 212
El metro cubico de arena	c\$ 190
El metro cubico grava (8 mm)	c\$344
El agua	16 litros

Para la fabricación de bloques de peso normal se utiliza una carretilla que contiene 1 ft³ de material si para fabricar de 28 a 30 bloques se utiliza esta proporción, entonces con el pie cubico de material se realizan 7 repeticiones es decir se utiliza 35 ft³ de arena, 7 bolsa de cemento, 17.5 ft³ d grava y 112 lts de agua esto hace alrededor de 196 bloques.

Material	Precio C\$	Gasto total con 1 ft ³ c\$	Cantidad producida con 1 ft ³ (unds.)	Precio unitario de bloque C\$
Arena (1 ft ³)	190	2019	196	10.30
Grava (1 ft ³)	344			
Cemento	1484			
Agua	1.00			

Consumo estimado por ENACAL c\$1.00 por cada 116 litros de agua.

Para la elaboración de bloques de agregados de arena escoria volcánica roja y arena pómez se utiliza la relación 1:4 (1 cemento; 1.6 de arena escoria volcánica; 2.4 arena pómez)

La bolsa de cemento cuesta	c\$ 212
El metro cubico de escoria volcánica roja	c\$ 160
El metro cubico de pómez	c\$150
El agua	30 lts.

Para la fabricación de bloques se utiliza una carretilla que contiene 1 ft³ de material si para fabricar de 24 a 26 bloques se utiliza esta proporción, entonces con el pie cubico de material realizan 9 repeticiones es decir se utiliza 35 ft³ de pómez, 9 bolsa de cemento, 17.5 ft³ de arena escoria volcánica y 270 lts de agua esto hace alrededor de 234 bloques.

Material	Precio C\$	Gasto total con 1 ft ³ c\$	Cantidad producida con 1 ft ³ (unds.)	Precio unitario de bloque C\$
escoria (1 ft ³)	160	2219.35	234	9.48
Pómez (1 ft ³)	150			
Cemento	1908			
Agua	1.35			

Consumo estimado por ENACAL 1.35 c\$ eso es el equivalente a los 270 lts. de agua.

Valorando estos datos se procedió a investigar como está la venta del bloque de peso normal en el mercado para así determinar si el precio del bloque de peso ligero puede competir, el precio en el mercado es de 12 c\$ und. Considerando el precio de nuestro bloque se puede decir que este entra dentro del rango del precio establecido.

X. CONCLUSION

En base a la investigación efectuada se concluye lo siguiente:














- Técnicamente el bloque de arena pómez y arena escoria volcánica color roja cumple en la resistencia para un bloque estructural tipo 2 según el NTON es decir que habría que seguir realizando estudios para verificar que relación optima es la idónea para que este cumpla como un bloque estructural tipo 1.
- A pesar de que los agregados no cumplieron con ciertos parámetros de la norma que si cumple el bloque de peso normal este bloque de peso ligero se considera que cumplió con nuestras expectativas, ya que lo principal es su resistencia.
- Consideramos que probablemente los bancos de materiales que explotamos para el análisis de estos agregados no son muy adecuados para la fabricación de estos bloques sobre todo el de escoria volcánica.
- El análisis a la mezcla permitió verificar que con esta combinación de agregados se puede fabricar bloques estructurales de mampostería para vivienda de interés social por tener estas un tamaño pequeño y ser de una planta.

XI. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado este trabajo monográfico es importante considerar las siguientes recomendaciones:

- Muestrear en el banco de materiales de manera distribuida.
- Realizar los cubos de 2 x 2 pulgadas evitando tener mucha lechada (relación agua-cemento) ya que los bloques en su elaboración por el movimiento que la maquina realiza (vibratorio), las partículas se acomodan y si se le agrega demasiada lechada podría hacer que el bloque se desmorone.
- Realizar el curado el suficiente tiempo para que las partículas se adhieran y no presente problema en el momento del ensaye a la resistencia.
- Cumplir con el NTON al momento del ensaye.
- Utilizar el bloque elaborado de pómez con escoria volcánica color roja como un bloque estructural tipo 2, ya que los ensayes a la compresión nos muestra que cumple con la norma (NTON).
- Emplear estos agregados para la realización de estos bloques considerando que aunque el costo económico sea similar al de agregado de peso normal, resulta más ligero que el de peso normal.

XII. BIBLIOGRAFIA

-  <http://www.ingenieriard.net>
-  <http://matdeconstruccion.wordpress.com/2009/08/03/bloques-de-concreto/>
-  <http://archivo.elnuevodiario.com.ni/2008/08/06/economia/82345>
-  http://alberguesyvivienas.com/pais_Nicaragua_portaf_Viviendas+de+interes+social
-  <http://www.manfut.org/managua/viviendaA.html>
-  <http://micigc.uniandes.edu.co/VIS/mamposte.htm>
-  <http://www.monografias.com/trabajos4/concreto/concreto.shtml>
-  [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/%28\\$All%29/28D56471B97E5E66062578460056D77B?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/%28$All%29/28D56471B97E5E66062578460056D77B?OpenDocument)
-  <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/transporte-sedimentos/transpoertesedimentos.html> (gravedad específica pómez)
-  http://www.puzolana.com.ar/principales_usos_y_aplicaciones.html
-  <http://matdeconstruccion.wordpress.com/2009/08/03/bloques-de-concreto/>
-  Estudio técnico- económico comparativo de la elaboración de bloques de peso normal con bloque fabricados a base de hormigón rojo; autores: Br. Silvia Lindo, Br. Agnes Montalván.
-  Análisis comparativo técnico-económico con unidades de bloques de agregados de peso normal y unidades de bloques de agregados de peso ligero (pómez); autores: Br. Zitrelly Delgado, Br. Matilde Avilés.

ANEXOS

RESULTADOS DE ENSAYES

Pesos volumétricos secos sueltos (pómez)

Proyecto: Análisis comparativo técnico – económico.			
Agregado: pómez	Procedencia: banco las flores, Masaya.		
Ensayo N°.	1	2	3
Molde N°.	1	3	M
Volumen del molde (m³)	0.00284	0.00288	0.00290
Peso del molde (kg)	1.79	5.0221	1.80
Peso del agregado suelto + molde (kg)	3.7364	6.975	3.835
Peso volumétrico seco suelto (kg/m³)	685.26	678.26	701.72
Peso volumétrico promedio seco suelto (kg/m³)	688.413		

Memoria de cálculo de pvss pómez

a) Volumen en (lts.):

$$1 = 2.840 \text{ lts.}$$

$$2 = 2.885 \text{ lts.}$$

$$3 = 2.899 \text{ lts.}$$

b) Peso de molde (grs.)

$$1 = 1790 \text{ grs.}$$

$$3 = 5022.1 \text{ grs.}$$

$$M = 1802 \text{ grs.}$$

c) Peso del agregado suelto mas molde:

$$1 = 3736.4 \text{ grs.}$$

$$3 = 6975.4 \text{ grs.}$$

$$M = 3835.09 \text{ grs.}$$

d) Peso volumétrico seco suelto:

$$PVSS (1) = \frac{(3.7364 - 1.79) \text{ kg}}{0.00284 \text{ m}^3} = 685.35 \text{ kg/m}^3$$

$$PVSS (3) = \frac{(6.9754 - 5.022) \text{ kg}}{0.00288 \text{ m}^3} = 678.26 \text{ kg/m}^3$$

$$PVSS (M) = \frac{(3.835 - 1.80) \text{ kg}}{0.00290 \text{ m}^3} = 701.72 \text{ kg/m}^3$$

Pesos volumétricos secos sueltos (escoria volcánica color roja)

Proyecto: Análisis comparativo técnico – económico.			
Agregado: escoria volcánica color roja		Procedencia: banco de la sub-urbana, Managua.	
Ensayo N°.	1	2	3
Molde N°.	1	3	M
Volumen del molde (m³)	0.00284	0.00288	0.00290
Peso del molde (kg)	1.79	5.0221	1.80
Peso del agregado suelto + molde (kg)	4.889	8.127	4.995
Peso volumétrico seco suelto (kg/m³)	1091.2	1078.1	1101.72
Peso volumétrico promedio seco suelto (kg/m³)	1090.34		

Memoria de cálculo de pvss pómez

a) Volumen en (lts.):

$$1 = 2.840 \text{ lts.}$$

$$2 = 2.885 \text{ lts.}$$

$$3 = 2.899 \text{ lts.}$$

b) Peso de molde (grs.)

$$1 = 1790 \text{ grs.}$$

$$3 = 5022.1 \text{ grs.}$$

$$M = 1802 \text{ grs.}$$

c) Peso del agregado suelto más molde:

$$1 = 4889 \text{ grs.}$$

$$3 = 8127 \text{ grs.}$$

$$M = 4995 \text{ grs.}$$

d) Peso volumétrico seco suelto:

$$PVSS (1) = \frac{(4.889 - 1.79) \text{ kg}}{0.00284 \text{ m}^3} = 1091.2 \text{ kg/m}^3$$

$$PVSS (3) = \frac{(8.127 - 5.022) \text{ kg}}{0.00288 \text{ m}^3} = 1078.1 \text{ kg/m}^3$$

$$PVSS (M) = \frac{(4.995 - 1.80) \text{ kg}}{0.00290 \text{ m}^3} = 1101.72 \text{ kg/m}^3$$

Granulometría de pómez

Tamiz	Abertura de tamiz mm	Peso retenido en cada tamiz	% retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	% que pasa	Especificaciones
						% que pasa
3/8"	9.52	-	-	-	100	100
N° 4	4.75	1.30	0.27	0.27	99.73	95-100
N° 8	2.38	73.76	15.30	15.57	84.43	80-100
N° 16	1.19	91.69	19.02	34.59	65.41	50-85
N° 30	0.59	156.74	32.52	67.11	32.89	25-60
N° 50	0.297	124.44	25.81	92.92	7.08	10-30
N° 100	0.149	26.72	5.54	98.46	1.54	2-10
N° 200	0.075	6.07	1.25	99.71	0.29	0-2
Pasa N°		0.30	0.06	99.77	0.23	
suma		481.02				

MODULO DE FINURA = 3.0892 %

Granulometría de escoria volcánica color roja

Tamiz	Abertura de tamiz mm	Peso retenido en cada tamiz	% retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	% que pasa	Especificaciones
						% que pasa
3/8"	9.52	-	-	-	100	100
N° 4	4.75	0.72	0.15	0.15	99.85	95-100
N° 8	2.38	246.95	51.50	51.65	48.35	80-100
N° 16	1.19	117.05	24.41	76.06	23.94	50-85
N° 30	0.59	56.93	11.87	87.93	12.07	25-60
N° 50	0.297	32.64	6.81	94.74	5.26	10-30
N° 100	0.149	13.45	2.81	97.55	2.45	2-10
N° 200	0.075	10.98	2.29	99.84	0.16	0-2
Pasa N°		0.35	0.07	99.91	0.09	
suma		479.07	100			

MODULO DE FINURA = 4.0808 %

Módulo de finura: sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados desde el tamiz 3/8" hasta el tamiz N° 100 dividido entre 100.

(Según la norma ASTM C 128 el modulo de finura tiene que estar 2.30 – 3.10)

Absorción de escoria volcánica color roja

Peso de tara (gr.)	Peso de Mat. Sss (gr.)	Peso mat.Sss + tara (gr.)	Peso de mat. Seco + tara (gr.)
35.1	150	185.25	178.69
31.5	150	181.63	175.11
35.8	150	185.98	179.41

$$\text{Abs. \%} = \frac{P_{SSS} - P_S}{P_S} * 100$$

Abs. % (1) = 4.46

Abs. % (2) = 4.44

Abs. % (3) = 4.44

Abs. Promedio % = 4.44

Absorción en pómez

Peso de tara (gr.)	Peso de Mat. Sss (gr.)	Peso mat.Sss + tara (gr.)	Peso de mat. Seco + tara (gr.)
32.5	150	182.31	155.95
35.1	150	185.08	159.00
35.7	150	185.66	160.18

$$\text{Abs. \%} = \frac{P_{SSS} - P_S}{P_S} * 100$$

Abs. % (1) = 21.5

Abs. % (2) = 21.06

Abs. % (3) = 20.50

Abs. Promedio % = 21.02

(En la norma ASTM C 128 el porcentaje de absorción no tiene valores máximos o mínimos)

Impureza orgánica

Muestra	Resultado	ASTM C 40
Escoria volcánica color roja	0	3 estandar
Pómez	0	3 estandar

GRAVEDAD ESPECIFICA (escoria volcánica color roja)

Proyecto: Análisis comparativo técnico – económico.			
Agregado: escoria volcánica color roja	Procedencia: banco sub-urbana, Managua.		
Ensaye N°.	1	2	3
Frasco N°	N-2	N-11	N-9
Peso del frasco seco y limpio (gr.)	159.22	159.22	159.22
Peso de la escoria volcánica en condición sss (gr)	150	150	150
Peso del frasco + escoria volcánica + agua (gr.)	744.76	745.72	746.69
Peso seco de la escoria volcánica	142.58	143.88	144.97
Gravedad específica de la escoria volcánica	2.43.	2.41	2.48
Gravedad específica promedio	2.44		

Memoria de cálculo de escoria volcánica color roja

A: peso de muestra seca

B: peso de la muestra en condición SSS

C: peso de frasco seco y limpio

d: peso de frasco + agua + material

V: capacidad de frasco

W: agua añadida al frasco

$$W = d - (B + C)$$

$$V = (\text{peso de frasco} + \text{agua}) - \text{peso de frasco}$$

$$V = 655.18 - 159.22 = 495.96 \text{ gr.}$$

$$W = 744.76 - (150 + 159.22)$$

$$W_1 = 435.54 \text{ gr.}$$

$$W = 745.75 - (150 + 159.22)$$

$$W_2 = 436.5 \text{ gr.}$$

$$W = 746.69 - (150 + 159.22)$$

$$W_3 = 437.47 \text{ gr.}$$

$$GE = \frac{A}{v-w}$$

$$GE_2 = \frac{143.88}{495.96 - 436.5} = 2.41$$

$$GE_1 = \frac{142.58}{495.96 - 437.47} = 2.43$$

$$GE_3 = \frac{144.97}{495.96 - 437.47} = 2.48$$

GRAVEDAD ESPECIFICA (pómez)

Proyecto: Análisis comparativo técnico – económico.			
Agregado: pómez	Procedencia: banco las flores, Masaya.		
Ensaye N°.	1	2	3
Frasco N°	G-5	G-4	G-7
Peso del frasco seco y limpio (gr.)	279.1	279.1	279.1
Peso de pómez en condición sss (gr)	200.00	200.00	200.00
Peso del frasco + pómez + agua (gr.)	770.5	768.96	767.14
Peso seco de la pómez	215.90	212.74	213.40
Gravedad especifica de pómez	1.61	1.57	1.56
Gravedad especifica promedio	1.58		

Memoria de cálculo de pómez

A: peso de muestra seca

B: peso de la muestra en condición SSS

C: peso de frasco seco y limpio

d: peso de frasco + agua + material

V: capacidad de frasco

W: agua añadida al frasco

$$W = d - (B + C)$$

$$V = (\text{peso de frasco} + \text{agua}) - \text{peso de frasco} - \text{peso de placa de vidrio}$$

$$V = 873 - 279.1 - 168.92 = 424.98 \text{ gr}$$

$$W = 770.5 - (200 + 279.1)$$

$$W_1 = 291.4 \text{ gr.}$$

$$W = 768.96 - (200 + 279.1)$$

$$W_2 = 289.86 \text{ gr.}$$

$$W = 767.14 - (200 + 279.1)$$

$$W_3 = 288.04 \text{ gr.}$$

$$GE = \frac{A}{v-w}$$

$$GE_2 = \frac{212.74}{424.98 - 289.86} = 1.57$$

$$GE_1 = \frac{215.90}{424.98 - 291.4} = 1.61$$

$$GE_3 = \frac{213.40}{424.98 - 288.04} = 1.56$$

INTEMPERISMO ACELERADO

Pomez

Tamaño del tamiz		Graduacion muestra original %	Peso de la fracción antes del ensayo	Peso de fracciones después del ensayo grs. Retenidos en malla		Peso de las fracciones que pasan	Valores medios pesados
pasa	retenido						
3/8	N° 4						
N° 4	N° 8	15.30	100	N° 8	96.26	3.10	0.5722
N° 8	N° 16	19.02	100	N° 16	94.60	3.78	1.027
N° 16	N° 30	32.52	100	N° 30	90.61	6.61	3.053
N° 30	N° 50	25.81	100	N° 50	91	2.98	2.322
N° 50	N° 100	5.54		N° 100	76	4.75	0.5285
N° 100	charola	1.25					
						Total	7.5027

Memoria de cálculo de pómez

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#8} = \frac{100-96.26}{100} * 100 = 3.74 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#16} = \frac{100-94.60}{100} * 100 = 5.4 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#30} = \frac{100-90.61}{100} * 100 = 9.39 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#50} = \frac{100-91}{100} * 100 = 9 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#100} = \frac{100-92}{100} * 100 = 8 \%$$

Memoria de cálculo de escoria volcánica color roja

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#8} = \frac{100-98}{100} * 100 = 2 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#16} = \frac{100-98.80}{100} * 100 = 1.2 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#30} = \frac{100-91}{100} * 100 = 9 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#50} = \frac{100-93.40}{100} * 100 = 6.6 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#100} = \frac{100-92}{100} * 100 = 8 \%$$

(La norma ASTM C 88 que la máxima pérdida por intemperismo es 12% para arenas)

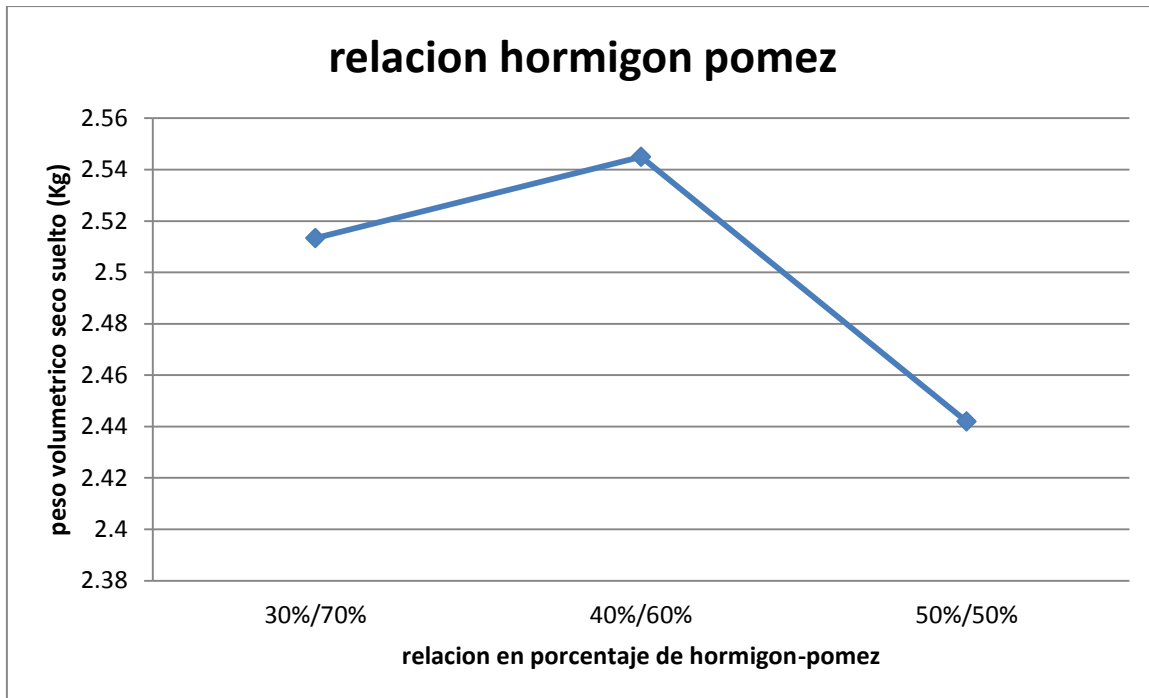
DISEÑO DE LA MEZCLA

Selección del PVSS óptimo (método de los pesos)

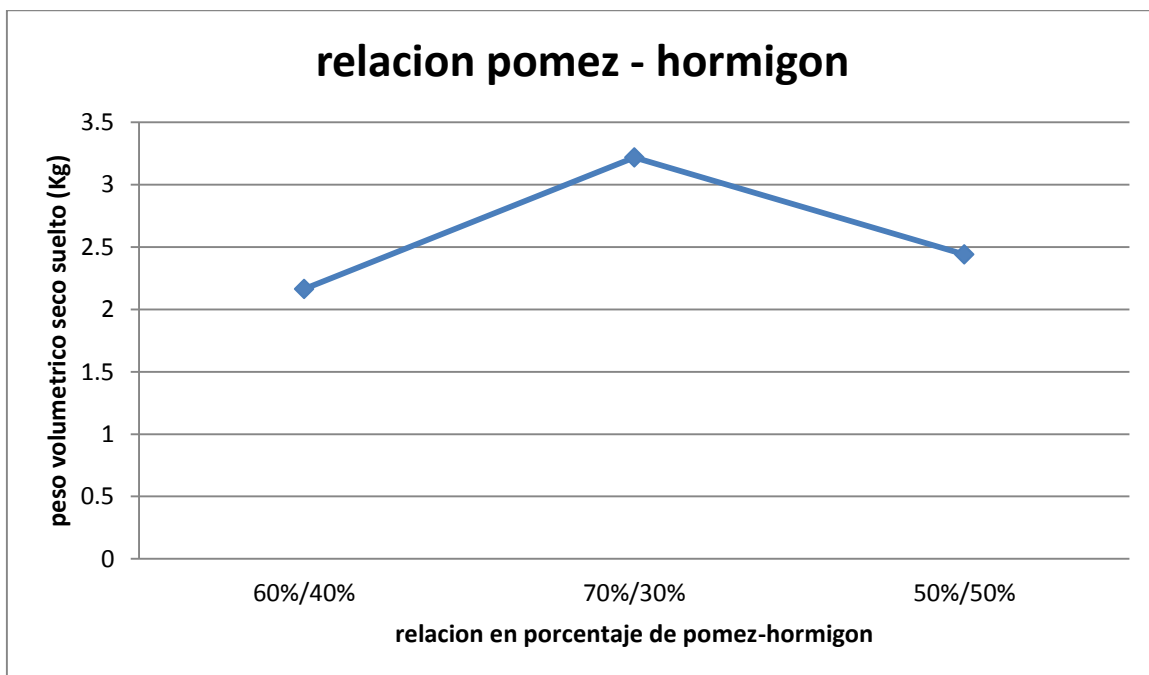
Combinaciones:

$$\text{EVR / POMEZ} = \frac{30 \%}{70 \%}, \frac{40 \%}{60 \%}, \frac{50 \%}{50 \%}$$

Relación hormigón numerador -pómez denominador



Relación pómez numerador -hormigón denominador



Volumen: 2.840 lts

Peso del molde: 1790 grs.

Peso mat. Pesado EVR + molde = 5100 gr

Peso de EVR = 3220 grs.

1. Numerador Escoria volcánica

$$\frac{30 \%}{70 \%} = 966 / 2254 = 4303.3 = 2513.3 \text{ grs}$$

$$\frac{40 \%}{60 \%} = 1288 / 1932 = 4335 = 2545 \text{ grs.}$$

$$\frac{50 \%}{50 \%} = 1610/1610 = 4232.4 = 2442 \text{ grs.}$$

El peso volumétrico ideal seleccionado:

Escoria volcánica numerador

$$\frac{40 \%}{60 \%} = 1288 / 1932 = 4335 = 2545 \text{ grs.}$$

Gravedad específica de la pómez

1.58

Gravedad específica de escoria volcánica

2.44

$$\frac{40 \% \text{ EVR}}{60 \% \text{ POMEZ}} = 0.976/0.948 = 1.924$$

Gravedad específica de la muestra como una sola

$$1.924 = 100\%$$

Absorción

$$\text{EVR} = 1.976 \%$$

$$\text{Pómez} = 12.61 \%$$

2. Numerador pómez

$$\frac{60 \%}{40 \%} = 1932 / 1288 = 3955 = 2165 \text{ grs.}$$

$$\frac{70 \%}{30 \%} = 2254/ 966 = 5759 = 3218 \text{ grs.}$$

$$\frac{50 \%}{50 \%} = 1610/1610 = 4232.4 = 2442 \text{ grs.}$$

ANALISIS DE LA MEZCLA ÓPTIMA

Granulometría de MEZCLA ÓPTIMA

Tamiz	Abertura de tamiz mm	Peso retenido en cada tamiz	% retenido parcial	Porcentaje retenido acumulado	% que pasa	Especificaciones
						% que pasa
3/8"	9.52	0.27	-	-	100	100
N° 4	4.75	17.37	3.63	3.63	96.37	95-100
N° 8	2.38	87.88	18.39	22.02	77.98	80-100
N° 16	1.19	77.86	16.26	38.28	61.72	50-85
N° 30	0.59	121.39	25.35	63.63	36.37	25-60
N° 50	0.297	124.20	25.94	89.57	10.43	10-30
N° 100	0.149	38.69	8.08	97.65	2.35	2-10
N° 200	0.075	10.89	2.27	99.92	0.08	0-2
Pasa N°		0.24	0.05	99.97		
suma		478.79				

Módulo de finura: sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados desde el tamiz 3/8" hasta el tamiz N° 100 dividido entre 100.

MODULO DE FINURA = 5.4 %

Absorción de MEZCLA ÓPTIMA

Peso de tara (gr.)	Peso de Mat. Sss (gr.)	Peso mat.Sss + tara (gr.)	Peso de mat. Seco + tara (gr.)
34.6	150	184.70	163.36
33.6	150	183.67	160.97
35.6	150	183.80	161.95

$$\text{Abs. \%} = \frac{P_{SSS} - P_s}{P_s} * 100$$

Abs. % (1) = 16.55

Abs. % (3) = 18.77

Abs. % (2) = 17.8

Abs. Promedio % = 17.7

(En la norma ASTM C 128 el porcentaje de absorción no tiene valores máximos o mínimos)

GRAVEDAD ESPECÍFICA MEZCLA ÓPTIMA

Proyecto: Análisis comparativo técnico – económico.			
Ensayo N°.	1	2	3
Frasco N°	1	2	3
Peso del frasco seco y limpio (gr.)	279.68	279.68	279.68
Peso de la escoria volcánica en condición sss (gr)	200.00	200.00	200.00
Peso del frasco + escoria volcánica + agua (gr.)	769.85	770.67	771.59
Peso seco de la escoria volcánica	180.29	181.04	184.58
Gravedad especifica de la escoria volcánica	1.34	1.36	1.39
Gravedad especifica promedio	1.36		

Memoria de cálculo de escoria volcánica color roja

A: peso de muestra seca

B: peso de la muestra en condición SSS

C: peso de frasco seco y limpio

d: peso de frasco + agua + material

V: capacidad de frasco

W: agua añadida al frasco

$$W = d - (B + C)$$

$$V = (\text{peso de frasco} + \text{agua}) - \text{peso de frasco}$$

$$V = 849.34 - 279.68 - 145.40 = 424.26 \text{ gr.}$$

$$W = 769.85 - (200 + 279.68)$$

$$W_1 = 290.17 \text{ gr.}$$

$$W = 770.67 - (200 + 279.68)$$

$$W_2 = 290.99 \text{ gr.}$$

$$W = 771.59 - (200 + 279.68)$$

$$W_3 = 291.91 \text{ gr.}$$

$$GE = \frac{A}{v-w}$$

$$GE_2 = \frac{181.04}{424.26 - 290.99} = 1.36$$

$$GE_1 = \frac{180.29}{424.26 - 290.17} = 1.34$$

$$GE_3 = \frac{184.58}{424.26 - 291.91} = 1.39$$

INTEMPERISMO ACELERADO

Mezcla optima

Tamaño del tamiz		Graduacion muestra original %	Peso de la fracción antes del ensayo	Peso de fracciones después del ensayo grs. Retenidos en malla		Peso de las fracciones que pasan	Valores medios pesados
pasa	retenido						
3/8	N° 4						
N° 4	N° 8	18.39	100	N° 8	97.59	1.19	0.443
N° 8	N° 16	16.26	100	N° 16	95.13	2.89	0.791
N° 16	N° 30	25.35	100	N° 30	94.19	5.98	1.472
N° 30	N° 50	25.94	100	N° 50	95.34	4.16	1.208
N° 50	N° 100	8.08	60	N° 100	53.44	6.33	0.530
N° 100	charola	2.27					
						Total	4.444

Memoria de cálculo de mezcla optima

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#8} = \frac{100-97.59}{100} * 100 = 2.41 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#16} = \frac{100-95.13}{100} * 100 = 4.87 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#30} = \frac{100-94.19}{100} * 100 = 5.81 \%$$

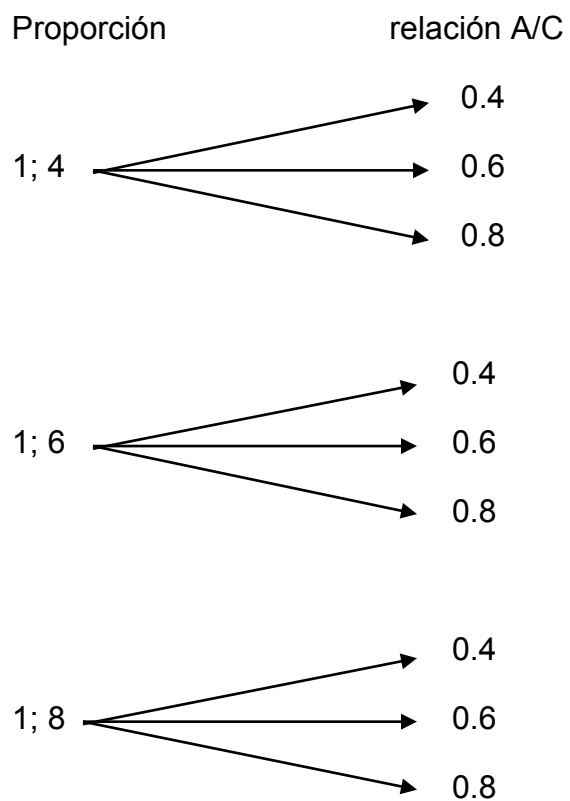
prom: 5.74 %

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#50} = \frac{100-95.34}{100} * 100 = 4.66 \%$$

$$\text{Pérdida por intemperismo}_{\#100} = \frac{60-53.44}{60} * 100 = 10.93 \%$$

(La norma ASTM C 88 que la máxima pérdida por intemperismo es 12% para arenas)

Relaciones a utilizar



RESULTADOS DE LOS DISEÑOS

Relación 1; 4 AC: 0.6

Escoria volcánica roja = 179 gr.

Pómez = 269 gr.

Agua = 105 gr.

Cemento = 174.81 gr.

Aumento de lechada 40 %

Aumento de agua 20 %

Días	Cubo	PSI	Kg/cm²
7	1	2297.77	161.59
14	2	2145.28	150.86
28	3	2543.48	178.87

Relación 1;4 AC: 0.8

Escoria volcánica roja = 164.4 gr.

Pómez = 246.6 gr.

Agua = 128 gr.

Cemento = 161 gr.

Aumento de lechada 40 %

Aumento de agua 20 %

Días	Cubo	PSI	Kg/cm²
7	1	1418.18	99.73
14	2	1860.49	130.84
28	3	2271.24	159.72

Relación 1; 6

AC: 0.8

Escoria volcánica roja = 194 gr.

Pómez = 291 gr.

Agua = 101 gr.

Cemento = 126 gr.

Aumento de lechada 40 %

Aumento de agua 10 %

Días	Cubo	PSI	Kg/cm ²
7	1	1058.63	74.44
14	2	1214.89	85.43
28	3	1192.05	83.83

RESULTADO DE ENSAYE DE BLOQUES

Resistencia a la compresión de bloques (relación 1:4 A/C 0.6)

Bloque	Fab.	Rupt.	Edad	Peso kg	Lbf	PSI	Kg/cm ²	Ancho cm	Largo cm	Alto cm	Esp. cm	Área Plg ²
# 1	23/01/13	30/01/13	7	10.315	42850	825.46	58.04	15	40	20	3	51.91
# 2	23/01/13	30/01/13	7	10.675	45010	867.08	60.98	15	40	20	3	51.91
# 3	23/01/13	30/01/13	7	10.625	43460	837.21	58.88	15	40	20	3	51.91
# 4	23/01/13	6/02/13	14	9.757	52956	1020	71.74	15	40	20	3	51.91
# 5	23/01/13	6/02/13	14	10.120	48157	927.69	65.24	15	40	20	3	51.91
# 6	23/01/13	6/02/13	14	9.150	49173	947.28	66.61	15	40	20	3	51.91
# 7	23/01/13	20/02/13	28	9.205	73170	1409.55	99.12	15	40	20	3	51.91
# 8	23/01/13	20/02/13	28	9.436	54450	1048.93	73.76	15	40	20	3	51.91
# 9	23/01/13	20/02/13	28	9.406	60600	1167.40	82.09	15	40	20	3	51.91

Absorción en los bloques

BLOQUE #	FABRICADO	Ph	Ps	ABSORCION %
10	12/12/12	10.41	9.73	6.98
11	12/12/12	10.36	9.66	7.24
12	12/12/12	10.34	9.64	7.26

Absorción promedio = 7.16 %

Absorción = $\frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$

Ps: peso de la muestra seca

Ph: peso de la muestra saturada

Densidad en bloques

BLOQUE #	FABRICADO	peso	volumen	Densidad kg/m ³
10	12/12/12	3.47*9.81	0.00706	4822
11	12/12/12	3.47*9.81	0.00706	4822
12	12/12/12	3.38*9.81	0.00706	4697

Densidad promedio = 4783 kg/m³

DENSIDAD = P / V

$P = m \times g$

IMÁGENES BANCO DE MATERIALES DE ARENA POMEZ EN LA CIUDAD DE LAS FLORES,
MASAYA



BANCO DE MATERIALES DE ESCORIA VOLCANICA COLOR ROJA EN LA PISTA SUB URBANA
MANAGUA



FOTOGRAFÍAS DE ENSAYES REALIZADOS



Fotografia1, elaboración de cubos de mortero con la mezcla óptima.



Fotografía 2, presentación de cubos a ensayarse a 7,14 y 28 días de edad.



Fotografía 3, imagen de cómo se realizaron los ensayos a los especímenes de cubos de mortero



Fotografía 4, carretilla con 1 ft³ de pómez para la fabricación de los bloques



Fotografía 5, carretilla con 1 ft³ de escoria volcánica color roja para la fabricación de los bloques



Fotografía 6, agregados con cemento y agua mezclado transportados en la banda.



Fotografía 7, bloques prensados y listos para colocarse en una superficie plana para su respectivo curado.



Fotografía 8, bloques listos para su respectivo curado.



Fotografía 9, proceso de cabeceo para ensayo a la compresión



Fotografía 10, bloques cabeceados con yeso y listos para ensaye a la compresión